

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1917

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Par **DOYEN (Roger)**

Né à Reims, le 1^{er} août 1887

MÉDECINE OPÉRATOIRE

TECHNIQUE

DE

L'ÉLECTRO-COAGULATION

DANS LE TRAITEMENT DES CANCERS

Président : M. le Professeur CH. RICHET

A. MALOINE ET FILS, ÉDITEURS

27, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 27

PARIS, avril 1917

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. LANDOUZY.
Assesseur	G. PAUCHET
Professeurs	MM.
Anatomie.	NICOLAS.
Physiologie.	Ch. RICHET.
Physique médicale	WEISS.
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutiques générales.	ACHARD.
Pathologie médicale	{ WIDAL.
Pathologie chirurgicale	{ TEISSIER.
Anatomie pathologique.	LEJARS.
Histologie	LETULLE.
Opérations et appareils.	PRENANT.
Pharmacologie et matière médicale	AUG. BROCA.
Thérapeutique	POUCHET.
Hygiène	N.
Médecine légale	CHANTEMESSE.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	N.
Pathologie expérimentale et comparée.	ROGER.
Clinique médicale	{ DEBOVE.
Maladies des enfants.	{ LANDOUZY.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	{ GILBERT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	{ CHAUFFARD.
Clinique des maladies du système nerveux	{ HUTINEL.
Clinique chirurgicale.	{ GILBERT BALLET.
Clinique ophtalmologique.	{ GAUCHER.
Clinique des maladies des voies urinaires.	{ P. MARIE.
Clinique d'accouchements.	{ PIERRE DELBET.
Clinique gynécologique.	{ QUENU.
Clinique chirurgicale infantile.	{ N.
Clinique thérapeutique.	{ HARTMANN.
Hygiène clinique de la première enfance.	{ De LAPERSONNE.
	{ LEGUEU.
	{ BAR.
	{ PINARD.
	{ RIBEMONT-DESSAIGNES.
	POZZI.
	KIRMISSON.
	A. ROBIN.
	MARFAN.

Agrévés en exercice.

MM.	MM.	MM.	MM.
ALGLAVE.	GUILLAIN.	LÉRI.	RICHAUD.
BERNARD.	JEANNIN.	LOEPER.	ROUSSY.
BRANCA.	JOUSSET (ANDRÉ)	MAILLARD.	ROUVIÈRE.
BRUMPT.	LABBÉ (HENRI).	MOCQUOT.	SAUVAGE.
CAMUS.	LAIGNEL-LA-	MULON.	SCHWARTZ (A.).
CASTAIGNE.	VASTINE.	NICLOUX.	SICARD.
CHAMPY.	LANGLOIS.	NOBECOURT.	TANON.
CHEVASSU.	LECENE.	OKINCZYC.	TERRIEN.
DESMAREST.	LEMIERRE.	OMBREDANNE.	TIFFENEAU.
GOUGEROT.	LENORMANT.	RATHERY.	VILLARET.
GREGOIRE.	LEQUEUX.	RETTYER.	ZIMMERN.
GUENIOT.	LEREBoullet.	RIBIERRE.	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. le DOCTEUR Charles RICHET

Commandeur de la Légion d'honneur

Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine

Professeur à la Faculté

INTRODUCTION

La question du cancer a toujours passionné le docteur Doyen. Qu'il s'agisse de l'étiologie ou de la thérapeutique du cancer, il n'a cessé, toute sa vie, d'en faire l'objet de ses recherches les plus patientes et les plus obstinées.

Il a expérimenté et appliqué, contre le cancer, tous les traitements anciens et modernes. Il les soumettait à la critique la plus serrée et, n'en rejetant aucun à priori, il s'efforçait, avec la plus entière bonne foi, de les perfectionner tous. Des pâtes caustiques, utilisées par les médecins d'autrefois, à la fulguration, aucun procédé de traitement du cancer n'échappa à un examen complet composé d'expériences de laboratoire et de l'application au malade.

C'est ainsi qu'il employa l'aéro-cautérisation, la radiothérapie, la radiumthérapie et la fulguration. Tous ces agents physiques n'agissaient, d'après lui, que par la chaleur développée détruisant les tissus pathologiques. Il avait constaté, d'autre part, que les cellules cancéreuses perdent leur virulence dès qu'elles sont portées à une température de 50 à 55 degrés, tandis que les cellules saines sont frappées de mort seulement au-dessus de 60 degrés.

Or, tous les modes précédents d'action de la chaleur ne produisaient que des effets superficiels, même la fulguration qui utilise les étincelles électriques produites par les courants de haute fréquence à haute tension.

Il eut l'idée d'employer à la destruction des cancers accessibles, les courants de haute fréquence à basse tension. Il appela d'abord Voltaïsation bipolaire la méthode qui agissait par l'étincelle éclatant à distance du malade. Il appela ensuite Électro-coagulation thermique son deuxième et définitif procédé qui consiste à mettre l'électrode en contact avec les tissus malades, en supprimant l'étincelle. Cette électro-coagulation thermique est ainsi nommée parce qu'elle réalise véritablement une destruction des tissus pathologiques qui se coagulent comme du blanc d'œuf, à une grande profondeur, ce qui était le but à atteindre.

C'est ainsi que fut édifiée cette méthode générale de destruction des tissus. Elle fut d'abord appliquée par le docteur Doyen et de nombreux chirurgiens uniquement au traitement des cancers accessibles.

Dans la suite, elle devait être employée en oto-rhino-laryngologie pour détruire les amygdales. Récemment, le docteur Luys montrait que la prostatectomie, dont le pronostic est si grave, pouvait être remplacée par une électro-coagulation de la prostate faite en plusieurs séances, sans anesthésie générale, avec une innocuité absolue.

On voit combien cette méthode peut être féconde et de quel développement elle est susceptible dans l'avenir.

J'ai assisté mon père pendant plusieurs années, aussi bien dans ses travaux de laboratoire que dans les interventions chirurgicales. J'ai fait avec lui de nombreuses électro-coagulations des cancers accessibles les plus variés.

Dans les dernières semaines de sa vie, il travaillait à la publication de la mise au point définitive de sa méthode d'électro-coagulation thermique. Aussi, ayant recueilli ses notes et sa pensée, est-ce un devoir pour moi que de réaliser un de ses derniers desseins.

Aussi bien, s'il y a quelque témérité et quelque présomption de ma part à tenter d'exprimer la pensée de mon père, je ressens une fière et douce joie à l'idée que l'exposé d'une des parties de son œuvre qui lui tenait beaucoup à cœur aura marqué mon entrée dans la carrière médicale.

En signe de ma piété filiale, je dédie cette thèse à sa mémoire.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

TECHNIQUE DE L'ÉLECTRO-COAGULATION DANS LE TRAITEMENT DES CANCERS

DIVISION

Un fait brutal domine toute la chirurgie du cancer : la fréquence de la récurrence ou même de la simple réinoculation dans la plaie opératoire. On ne peut pas nommer, en effet, récurrence ces éruptions de noyaux cancéreux disséminés qu'on observe souvent dans la plaie après l'ablation très large de petites tumeurs dont l'évolution était jusque-là bénigne. L'opération donne en pareil cas un véritable coup de fouet à l'infection cancéreuse en semant le virus à la surface du champ opératoire. Les cellules pathologiques, qui résistent à l'action des phagocytes, se trouvent disséminées comme le seraient des graines légères par un coup de vent, et deviennent le point de départ d'autant de noyaux cancéreux.

Aussi, tous les chirurgiens ne se résignent à pratiquer l'exérèse chirurgicale qu'en l'absence d'une autre

méthode plus certaine de traitement. Ils font le meilleur accueil, dès son apparition, à tout nouveau procédé tendant à détruire le cancer, le cancer accessible surtout, par des moyens physiques. De là, la faveur obtenue par l'aérocautérisation ou procédé de destruction des tissus pathologiques par l'air chaud; par la radiothérapie, ou emploi des rayons X; par la radiumthérapie, ou emploi du radium; par la fulguration, ou emploi des étincelles de haute fréquence.

Nous nous proposons de décrire très brièvement ces procédés de traitement. Puis nous dirons quelles séries d'études et d'expériences ont amené le docteur Doyen à la découverte de sa méthode de destruction des cancers accessibles par la chaleur que développent les courants de haute fréquence à basse tension, méthode à laquelle il a donné le nom définitif d'*Électro-coagulation thermique*. Nous décrirons ensuite son instrumentation, nous ferons l'étude expérimentale de ses effets et enfin nous exposerons la technique de son emploi. Nous passerons en revue, pour terminer, les applications pratiques de l'électro-coagulation thermique aux diverses variétés de cancers accessibles.

DESTRUCTION DES TISSUS PATHOLOGIQUES PAR LA CHALEUR

De tous les moyens physiques utilisés pour la destruction des tissus pathologiques, le seul donnant des résultats certains est la chaleur. Les anciens employaient simplement le fer rouge, mais la chaleur ne pénétrait jamais plus profondément qu'à 2 ou 3 millimètres de la surface carbonisée.

Aérocautérisation

L'aérocautérisation ou cautérisation par l'air surchauffé constituait un progrès considérable. Elle consiste à projeter sur les tissus pathologiques un courant d'air chauffé à la température de 600 à 700 degrés. L'air surchauffé carbonise la surface des tissus sur lesquels on le projette jusqu'à une profondeur de 1 ou 2 millimètres et la zone sous-jacente est coagulée par la chaleur jusqu'à une profondeur de 2 ou 3 millimètres.

La chaleur transmise par l'air surchauffé ne pénètre pas davantage dans les tissus vivants que la chaleur du thermo-cautère. Cette particularité : la limitation de l'action thermique de l'air surchauffé à une faible profondeur permet d'appliquer sans hésitation et sans

danger l'aérocautérisation à l'hémostase de certaines hémorragies en nappe et à la cautérisation des surfaces d'implantation des fongosités tuberculeuses après leur curettage.

L'avantage de l'air surchauffé sur le cautère est sa dissémination rapide sur une grande surface. Il suffit de déplacer lentement l'extrémité du tube projecteur au voisinage de la surface que l'on veut cautériser en le tenant à une distance très petite, pour produire une carbonisation immédiate. On aura vérifié préalablement la température de l'air surchauffé sur une feuille de papier qui doit être carbonisée au premier contact.

L'aérocautérisation est particulièrement applicable aux cavités, par exemple, à celles qui succèdent au curettage des gros ganglions tuberculeux ramollis et enflammés, dont l'extirpation complète est souvent impossible en raison de l'extension de l'infiltration bacillaire aux tissus voisins. La surface carbonisée étant vouée à l'élimination, la plaie doit demeurer ouverte. On la traitera par le tamponnement aseptique. Dès que toute la surface sera bourgeonnante, on pourra tenter la réunion secondaire, après avivement des lèvres cutanées et drainage.

Radiothérapie

Les rayons X furent considérés comme un agent spécifique contre le cancer. On observa, sous leur action, la résorption de petits épithéliomas superficiels et la disparition des récidives intradermiques.

Ils demeurèrent inefficaces contre les cancers des muqueuses, même au début de leur évolution, et sur tous les cancers profonds.

Les cancroïdes superficiels eux-mêmes, momentanément guéris, récidivaient souvent dans la profondeur. La généralisation était parfois très rapide. La fréquence de la généralisation cancéreuse chez les malades soumis à la radiothérapie semblait au docteur Doyen devoir être attribuée à l'action destructrice des rayons pénétrants de l'ampoule de Crookes sur les organes lymphoïdes, notamment sur les ganglions lymphatiques.

Radiumthérapie

Les effets du radium sont très analogues à ceux des rayons X. Les radiations actives des sels de radium sont cependant plus pénétrantes, mais elles n'exercent aucune action élective véritable sur les cellules cancéreuses. Le petit volume des appareils à radium permet de les placer dans les cavités naturelles et même à l'intérieur des tumeurs. Malgré les résultats apparents apportés par la Radiumthérapie, le grand espoir fondé sur elle ne se réalisa pas. Le docteur Doyen pensait que les cicatrisations apparentes que produisent les rayons X et le radium devaient être considérées, suivant une expression imagée, comme des cache-misère. Les cellules cancéreuses profondes échapperaient à leur action et seraient le point de départ d'une nouvelle infection.

Fulguration

La fulguration est l'application des courants de haute fréquence à haute tension à la destruction des tissus malades.

Les courants de haute fréquence, au point de vue physiologique, se différencient complètement de toutes les autres formes de courant électrique. Comme les courants alternatifs, ils ne produisent aucune électrolyse à l'intérieur de l'organisme, mais là s'arrête la similitude. Tandis que les courants alternatifs ordinaires tels qu'on les emploie dans l'électrisation faradique produisent, même à faible intensité, une excitation violente des nerfs moteurs et peuvent, à grande intensité, provoquer l'arrêt du cœur et des mouvements respiratoires, les courants de haute fréquence peuvent traverser impunément l'organisme si la surface de contact est suffisamment considérable pour l'intensité employée. Les propriétés des courants de haute fréquence furent établies par le professeur d'Arsonval et ses communications furent le point de départ de l'utilisation de la haute fréquence en thérapeutique. Les premiers dispositifs pour la production des courants de haute fréquence ne permettaient pas de les appliquer à la médecine ; le patient devait être mis en relations directes, par un des pôles, avec la source de haute tension, de telle sorte qu'une rupture dans le condensateur pouvait le mettre tout à coup en commu-

nication avec le second pôle et provoquer un accident grave, sinon fatal. Le professeur d'Arsonval a modifié ce dispositif en intercalant de chaque côté, entre le solénoïde et la source de haute tension, un condensateur approprié.

La fulguration se fait en dirigeant sur les tumeurs

Dispositif pour l'application
des Étincelles unipolaires
de H^{te} FRÉQUENCE et de H^{te} TENSION

FULGURATION

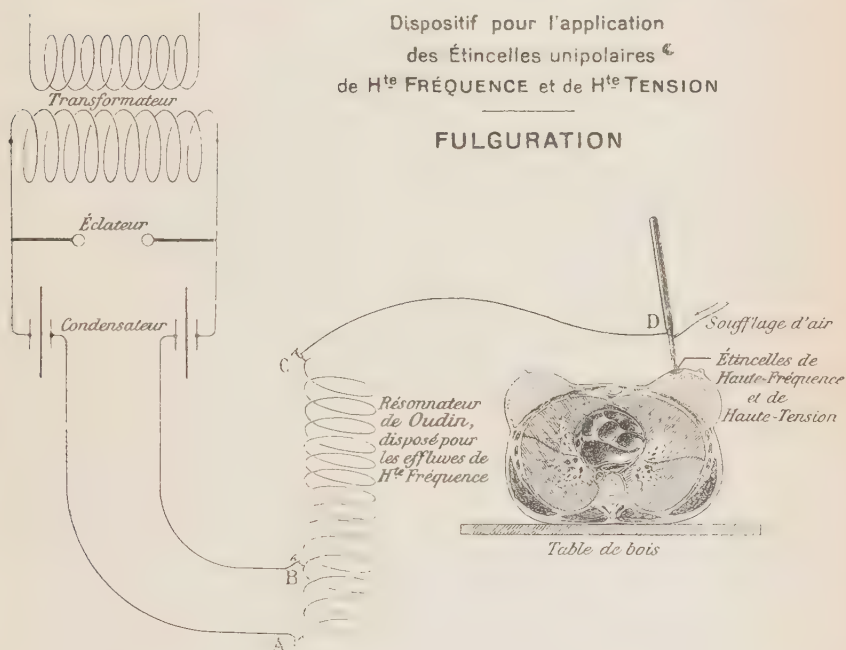


FIG. 1. — Schéma de la fulguration

les étincelles de haute fréquence et de haute tension provenant d'une électrode métallique de petit diamètre, nue ou bien entourée d'un cylindre isolateur, et qui est reliée avec la borne terminale du résonateur de Oudin. Dans cet appareil, qui est constitué par une

longue spirale de fil de cuivre, le circuit récepteur est placé au-dessus du circuit producteur d'énergie, de telle sorte qu'on observe, à l'extrémité du recep-teur ou résonateur, une différence de potentiel considérable. Cette différence de potentiel se manifeste par de longs effluves. Les étincelles unipolaires qui s'échappent, à l'approche de tout conducteur métallique branché sur la borne terminale du résonateur, peuvent atteindre une longueur de 25 centimètres.

Ce sont ces étincelles unipolaires de haute fréquence et de haute tension, réglées à une longueur variable par le déplacement d'une des bornes du résonateur, qui sont employées dans la fulguration, avec insufflage d'air pour refroidir les étincelles. La tension du courant qui s'échappe de la borne terminale du résonateur de Oudin est considérable, mais son intensité est très faible.

HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE L'ÉLECTRO-COAGULATION THERMIQUE

Le docteur Doyen critiquait et appliquait tous les procédés de traitement que nous venons d'exposer en quelques mots. Il s'efforçait d'en perfectionner l'instrumentation. Ses premières expériences sur l'aérocautérisation remontent à 1896. Il avait alors fait construire par M. Collin des ajutages spéciaux de forme tubulaire qui s'adaptaient au couteau du thermocautère de Paquelin. Les gaz chauds qui sortent par les orifices latéraux venaient se réchauffer au contact extérieur du platine incandescent et atteignaient une température suffisante pour carboniser les tissus. Le dispositif actuellement employé est analogue aux nombreux modèles de chauffe-fers ; la source de chaleur est une spirale métallique rendue incandescente par une source d'électricité.

Il a expérimenté longuement l'action des rayons X celle du radium sur les néoplasmes malins.

Dès que le professeur Pozzi fit connaître à l'Académie, le 30 juillet 1907, les résultats obtenus par le docteur de Keating-Hart avec la fulguration, il fit installer immédiatement à sa clinique le transformateur le plus puissant que construisait la maison Gaiffe, et un réso-

nateur de Oudin. Une expérience de quelques semaines et de nombreux examens microscopiques lui firent constater que les étincelles employées dans la fulguration n'avaient d'action qu'à une profondeur de 3 ou 4 millimètres. La méthode était encore insuffisante.

Déjà, depuis des années, il avait fait de nombreuses expériences comparatives sur la vitalité des cellules cancéreuses en présence des divers agents physiques dont nous avons parlé. Il avait constaté que les cellules saines sont généralement frappées de mort au-dessus de 60 degrés, tandis que les cellules cancéreuses perdent leur virulence dès qu'elles sont portées à la température de 50 à 55 degrés. Il avait remarqué ces faits en faisant agir sur les tumeurs externes de l'eau chaude contenue dans un cylindre de métal ouvert à ses deux extrémités et appliqué par compression sur leur surface. La brûlure au deuxième degré se produisait à la température de 70 à 72 degrés et la brûlure au troisième degré aux environs de 75 degrés, lorsque l'action du calorique se prolongeait quelques minutes.

Il était arrivé à cette conclusion que le traitement local du cancer était dominé par ce fait biologique dont il revendiquait la découverte : les cellules cancéreuses et, en général, toutes les cellules pathologiques, sont moins résistantes que les cellules saines aux agents quelconques susceptibles de les détruire. Il en faisait une véritable loi. C'est cette particularité — la moindre résistance des cellules cancéreuses aux divers agents physiques capables de frapper de mort les tissus vi-

vants — qui a fait attribuer aux rayons X, aux radiations du radium et à la fulguration une action élective sur le cancer. En réalité, aucun de ces agents ne possède une action élective, mais les cellules cancéreuses leur résistent moins que les cellules saines.

La voie pour lui était toute tracée : faire pénétrer la chaleur dans la profondeur des tissus pathologiques, de manière à les soumettre à une température supérieure à 55 degrés et inférieure à 60 degrés.

L'insuffisance de l'air chaud ou de la vapeur surchauffée (procédé du professeur Sneguireff, de Moscou) était manifeste. L'air chaud agit un peu plus profondément que la vapeur surchauffée, et son action est mieux localisée. Mais l'élévation thermique qu'il produit ne pénètre pas dans les tissus vivants à plus de 4 ou 5 millimètres de profondeur. Cet air surchauffé, qui dépasse 600 degrés au sortir du tube conducteur, carbonise les tissus sur une profondeur de 1 ou 2 millimètres et la coagulation sous-jacente ne pénètre qu'à 2 ou 3 millimètres plus loin.

L'action superficielle des rayons X et celle du radium sont très analogues à celle du coup de soleil. Les vibrations émises par l'ampoule de Crookes ou par les sels de radium sont capables de frapper de mort les cellules cancéreuses jusqu'à une profondeur de plusieurs millimètres en respectant, dans une certaine mesure, les cellules saines dont la résistance est plus considérable. Le radium possède une action plus brutale que les rayons X et il produit dans certains cas des nécroses

profondes. On a dit que les rayons X convenaient mieux pour le traitement des cancers en surface, et le radium pour les régions cavitaires. Les résultats obtenus par la radiothérapie ou le radium, dans les cas de cancers véritables, ne sont qu'apparents et temporaires. Une cicatrice superficielle se forme et souvent le cancer, devenu térébrant, se développe en profondeur, pour devenir bientôt incurable. Il semble même que les cellules cancéreuses se disséminent d'autant plus vite dans la profondeur, que la cicatrice superficielle paraît plus satisfaisante.

Les étincelles de la fulguration ont une action à peu près identique à celle de l'air surchauffé. La zone carbonisée et la zone coagulée présentent, au bout du même temps d'action (deux ou trois minutes) une épaisseur sensiblement identique. Mais l'air surchauffé agit sur une étendue beaucoup plus grande, par exemple sur la surface interne des cavités pathologiques, où les étincelles de haute fréquence ne sont pas applicables. Les cellules de la zone coagulée sont fixées histologiquement à peu près comme elles le sont dans la fixation par l'alcool absolu ou par le formol.

La figure 4 montre l'action de ces divers agents physiques dont l'influence destructive se ramène à une action thermique. Ils produisaient tous des effets superficiels.

Le problème restait posé : atteindre à une plus grande profondeur les cellules malades.

Le docteur Doyen se mit à étudier les autres utilisations

tions qui pouvaient être faites de l'étincelle électrique pour obtenir la destruction des tumeurs malignes jusqu'à une certaine profondeur.

Il étudia successivement les effets des étincelles directes d'une bobine d'induction et ceux que lui donnèrent tous les dispositifs réalisables par les courants de haute fréquence. Il s'est rendu compte, pendant ses premières expériences, au mois d'août 1907, que le résultat le meilleur n'était pas fonction de la longueur des étincelles. Au contraire, les étincelles courtes obtenues en se branchant au primaire du résonateur de Oudin, étaient plus efficaces que celles obtenues au secondaire. Il remarqua ainsi que, pour obtenir des effets puissants, il était nécessaire de réunir le lit métallique sur lequel reposait le malade à l'une des extrémités de la self-induction du circuit oscillant, tandis que l'électrode active était en rapport avec l'autre extrémité.

Tantôt il maintenait l'électrode à une petite distance du malade : c'était la technique appelée par lui *voltatisation bipolaire*. Tantôt il la mettait en contact avec le malade, de telle sorte que l'étincelle se trouvait supprimée, technique différente appelée par lui *électrocoagulation*.

Il obtenait, particulièrement en éloignant l'électrode, des contractions tétaniques tellement violentes, que cette méthode était presque inapplicable en certaines régions, par exemple au niveau des culs-de-sac vaginaux, dans le cancer du col de l'utérus.

Il réussit à diminuer les contractions musculaires en mettant en court-circuit la borne terminale du résonateur de Oudin et la borne du curseur, de façon à obtenir, par cette réduction de la self-induction, des courants oscillants de plus grande fréquence. De cette manière, le circuit d'utilisation est traversé par une intensité beaucoup plus grande que dans la fulguration.

Ce dispositif, qu'il imagina en août 1907, présentait également un autre avantage sur celui de la fulguration, c'est qu'il n'utilisait que de faibles tensions, ce qui n'expose ni le chirurgien, ni ses aides à recevoir des décharges électriques.

Il fit par cette méthode, à partir du mois d'août 1907, de nombreuses destructions de cancers superficiels. Il s'est rendu compte qu'il était facile d'agir jusqu'à 6 ou 8 centimètres de profondeur et de varier le mode d'action du courant suivant que l'on employait une électrode étroite ou bien une électrode d'une certaine surface.

L'action sur les tissus cancéreux était tellement rapide qu'il devenait possible d'obtenir en trente secondes une destruction supérieure en volume à celle de la fulguration en plusieurs minutes.

L'action du courant différait un peu lorsqu'il opérait avec de courtes étincelles ou lorsqu'il plaçait l'électrode active en contact direct avec les tissus.

Il obtenait, dans le premier cas — *voltaïsation bipolaire* — une carbonisation superficielle suivie d'une

coagulation de tissus comparable à la coagulation du blanc d'œuf dans l'eau bouillante, jusqu'à une profondeur variable suivant la durée d'application des élec-

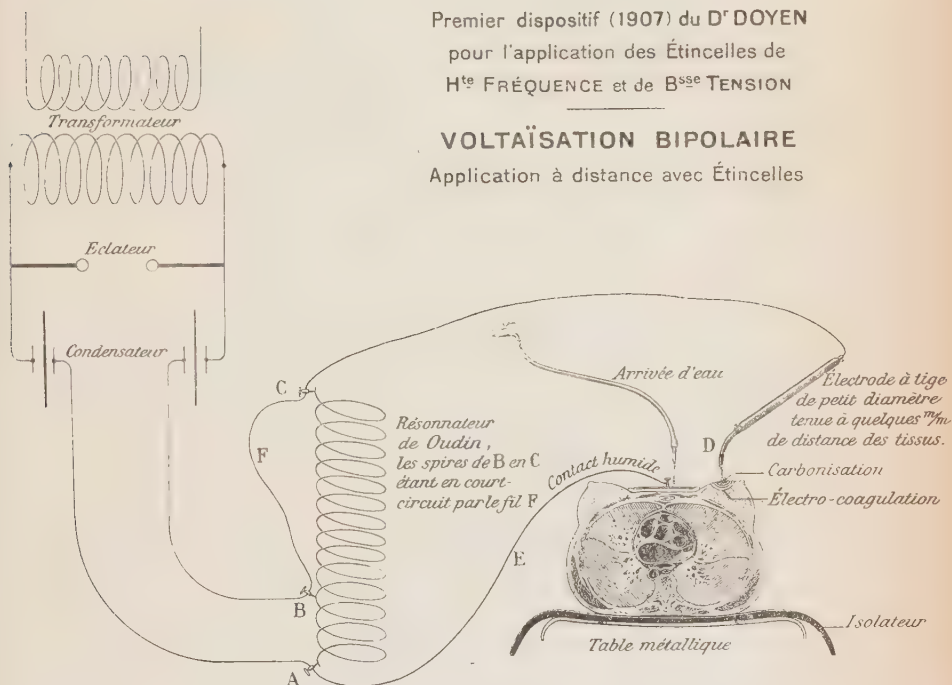


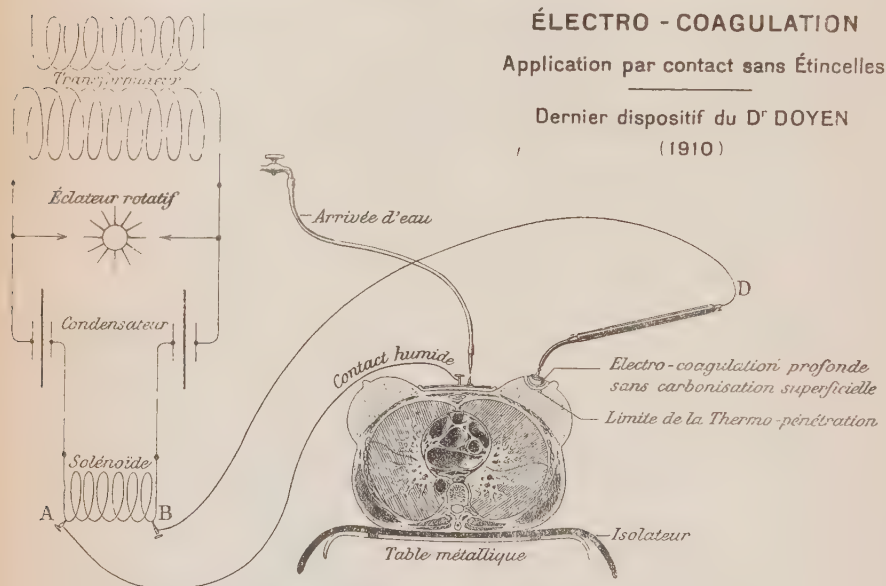
FIG. 2. — Schéma de la voltaïsation bipolaire.

trodes. La température atteignait 50 ou 100 degrés à la surface des tissus carbonisés.

Lorsqu'il plaçait, au contraire, l'électrode au contact des tissus — *électro-coagulation thermique* — la coagulation se produisait sans carbonisation. La coagulation n'était obtenue que si la surface de contact était assez petite pour que la densité du courant fût encore impor-

tante et pour que les effets thermiques ne fussent pas trop disséminés.

Avec les électrodes en surface, la sérosité qui se produisait autour de l'électrode entrainait en ébullition.



On peut obtenir la carbonisation en éloignant l'électrode ou bien en employant un disque de trop petit diamètre pour l'intensité de courant. Il se produit alors des étincelles, mais la profondeur de l'électro-coagulation est moins grande. Il y a donc intérêt à éviter les carbonisations superficielles. Il faut alors proportionner les surfaces de l'électrode à l'intensité du courant.

FIG. 3. — Schéma de l'Électro-coagulation.

La chaleur atteignait 65 à 70 degrés à la limite de la zone coagulée et pénétrait encore à une profondeur de 10 ou 15 millimètres dans les tissus non coagulés, c'est-à-dire non altérés en apparence, où l'on constatait des températures décroissantes entre 65 et 38 degrés.

L'électro-coagulation thermique était découverte.

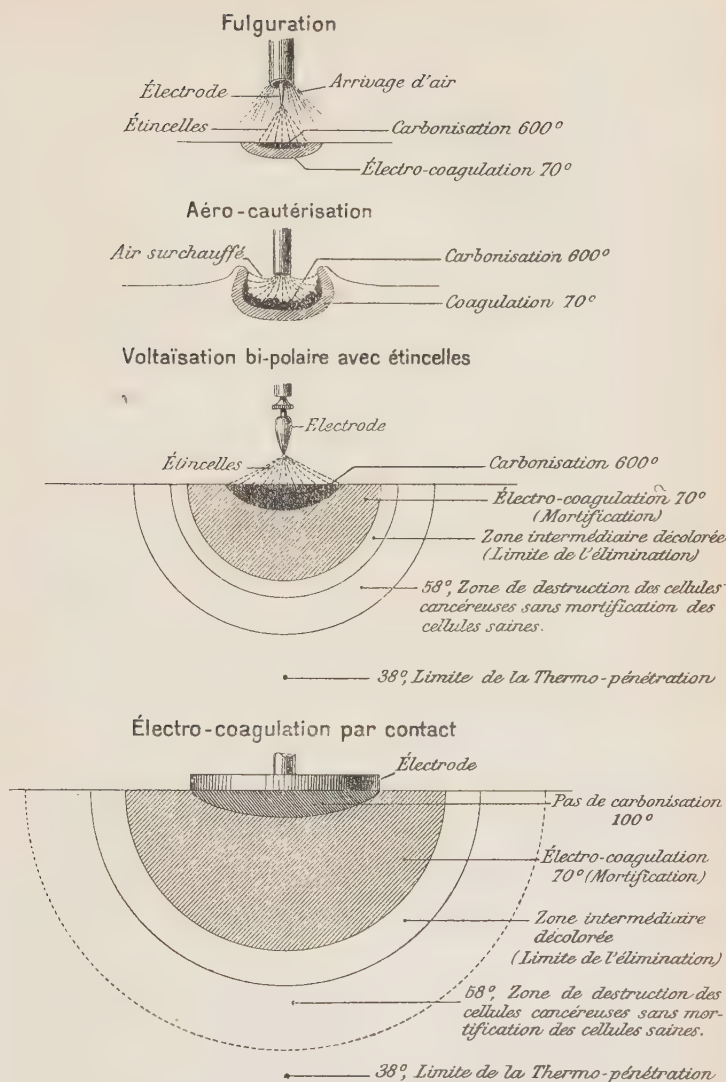


FIG. 4. — Coupe des effets produits en une minute sur un morceau de viande par les différents procédés décrits.

On peut la définir : l'application des propriétés ther-

miques des courants de haute fréquence et de basse tension à la destruction des tissus pathologiques et particulièrement des tumeurs malignes. Seuls, les courants de haute fréquence et de basse tension possèdent la propriété de produire dans les tissus une chaleur pénétrante. Si l'on doit au professeur d'Arsonval d'avoir signalé, en 1896, les propriétés des courants de haute fréquence, en particulier les propriétés thermiques, c'est au docteur Doyen qu'on doit de les avoir appliquées, dès 1907, au traitement du cancer, particulièrement les courants à haute fréquence et à basse tension.

Le docteur Doyen présenta l'ensemble de ses recherches sur l'étiologie et la thérapeutique du cancer en 1909, au Congrès international de médecine qui s'ouvrit le 28 août à Budapest. Il poursuivit encore ensuite le perfectionnement de l'instrumentation et de la technique de l'électro-coagulation.

La question des contractions musculaires méritait d'être résolue. Le docteur Doyen raconte lui-même¹ :

« Je priai les ingénieurs de la maison Gaiffe, et particulièrement M. Gallot, directeur, et M. Gunther, ingénieur, chargé de la construction des appareils de télégraphie sans fil, de vouloir bien se réunir chez moi avec M. Maneuvrier, professeur de physique à l'Ecole des beaux-arts, et M. Guillet, professeur à la Faculté des sciences, pour déterminer d'une façon

1. *Thérapeutique chirurgicale et technique opératoire*, tome III.

précise les caractéristiques de mes expériences.

« Les voltmètres n'indiquant que des valeurs efficaces peu intéressantes, nous nous sommes contentés d'évaluer la tension par la longueur des étincelles.

« L'intensité fut mesurée par des ampèremètres de haute fréquence ordinaires.

« Les longueurs d'ondes, et par suite les fréquences, furent déterminées au moyen de l'ondemètre à capacité glissante du commandant Ferrié.

« Les mesures effectuées ont démontré que le dispositif habituel de la fulguration utilisait des longueurs d'ondes de 600 mètres environ (c'est-à-dire une fréquence de 500 000) et une intensité de 250 à 300 milliampères environ, c'est-à-dire, au maximum, le tiers de 1 ampère.

« Au contraire, ma technique primitive de la voltatisation bipolaire utilisait des longueurs d'ondes de 400 à 450 mètres, qui correspondaient à une fréquence de 700 000 et à des intensités de 4 à 5 ampères.

« Les contractions musculaires, qui sont intolérables pour des longueur d'ondes de 1500 à 2000 mètres, diminuent d'intensité à mesure que la longueur d'onde est réduite (et, par suite, que la fréquence des oscillations augmente). Elles ne sont plus sensibles en aucune façon lorsque la self-induction du circuit oscillant est réduite au petit solénoïde habituellement utilisé pour les applications de chaise longue; la longueur d'onde, à ce moment, est inférieure à 100 mètres. M. Gallot m'a démontré que le passage de ce courant dans l'or-

ganisme se traduit par une sensation de chaleur. On perçoit cette sensation de chaleur si l'on, tient dans chaque main un cylindre métallique relié par un fil conducteur aux deux bornes terminales du petit solénoïde du meuble à d'Arsonvalisation de Gaiffe. Si l'on ferme le courant, la chaleur monte rapidement des poignets vers les épaules. Cette sensation est bien connue, m'a-t-il assuré, de tous ceux qui, depuis le docteur d'Arsonval, ont étudié les applications médicales des courants de haute fréquence.

« C'est ce phénomène, découvert en 1896 par le professeur d'Arsonval (*Ac. des sciences*, note du 30 décembre 1901) auquel on a donné récemment en Allemagne le nom de « thermopénétration » et de « trans-thermie » (docteur Franz Nagelschmidt, de Berlin, et docteur Von Bernd, de Vienne)¹.

« Le courant maximum que je pouvais obtenir à cette

1. « M. Nagelschmidt emploie une intensité de 2 à 3 ampères sous une fréquence de 500 000 à 1 000 000 d'intermittences.

« C'est dans les premiers jours de septembre 1909 que M. Nagelschmidt fit, au Congrès de Budapest, la démonstration de l'action des courants thermopénétrants sur les cancers superficiels. Il employait un résonateur donnant un courant de 2 à 3 dixièmes d'ampère, dont la borne terminale c, comme je l'avais imaginé en août 1907, était branchée en court-circuit avec la borne du curseur b (V. fig. 2).

« M. Nagelschmidt n'interposait pas le patient dans le circuit. Il a tenté devant moi de détruire un petit cancroïde du cuir chevelu en faisant agir sur la tumeur deux électrodes métalliques de petite dimension qu'il maintenait à une distance de 8 à 10 millimètres l'une de l'autre. Il n'a réussi qu'à provoquer une mortification superficielle des tissus interposés. Il ne saurait donc revendiquer aucunement la priorité de la découverte de la destruction des cancers superficiels par la thermo-pénétration. » (*Zeitz. F. Physik. Und. Diat. Therapie*, Band 13, H. 3, et *Archives d'électricité médicale*, n° 272, 25 octobre 1909, p. 813, 815.)

époque atteignait 5 ampères. J'ai prié messieurs les ingénieurs de la maison Gaiffe d'étudier un dispositif qui permît une meilleure utilisation des courants de haute fréquence et de basse tension que celle que j'avais obtenue jusqu'ici, et je leur ai posé le problème suivant : obtenir un courant de haute fréquence de 100 mètres de longueur d'onde au maximum, c'est-à-dire d'au moins 3 millions de périodes à la seconde et d'une intensité de 10 et 13 ampères. Pour cela, il fallait rapprocher les pôles de l'éclateur et augmenter considérablement le nombre des étincelles qui jaillissaient entre ces pôles.

« Ces messieurs installèrent dans ma salle d'opérations l'éclateur rotatif du commandant Ferrié qui, groupé avec un condensateur de petite intensité muni d'un solénoïde de petit diamètre à 24 spires, donnait le courant désiré. La fréquence du courant est d'environ 3 millions, et la tension utilisée est très basse, relativement à celle qui est employée dans la fulguration. La puissance est telle, avec cet appareil, qu'au contact d'une électrode circulaire de 3 centimètres de diamètre, l'électro-coagulation se produit en une ou deux minutes jusqu'à une profondeur de 5 à 8 centimètres. On peut agir à une profondeur beaucoup plus grande si on laisse l'électrode au contact des tissus pendant un grand nombre de minutes. J'emploie ce dispositif depuis cette époque, et il me donne toute satisfaction. »

Les schemas 2 et 3 indiquent les deux dispositifs adoptés successivement par le docteur Doyen.

En 1911, le docteur Doyen imagina une technique spéciale pour chauffer à la température de 58 à 60 degrés la paroi de certaines plaies opératoires où il avait dû poursuivre, avec le bistouri, une tumeur maligne, parce que l'électro-coagulation n'en aurait pas atteint tous les prolongements. Dès que la tumeur est extirpée, la plaie est remplie d'eau salée, portée par l'électrode à la température de 60 degrés. Il appela ce procédé le bain thermo-électrique. La technique en sera minutieusement décrite plus loin avec celle des différentes applications de l'électro-coagulation thermique.

INSTRUMENTS POUR L'ÉLECTRO-COAGULATION THERMIQUE

L'installation qui sert à l'électro-coagulation thermique a été construite par la maison Gaiffe, de Paris.

Le dispositif qu'employait le docteur Doyen peut être modifié, c'est-à-dire que le rhéostat du primaire, le transformateur, l'éclateur rotatif du commandant Ferrié, le condensateur de d'Arsonval et le solénoïde sur lequel sont branchées les électrodes, peuvent être disposés différemment.

On peut employer, par exemple, un autre système d'éclateur, pourvu qu'il produise un nombre d'interruptions suffisamment considérable.

Au lieu de brancher directement les deux fils des électrodes sur les spires du solénoïde, on peut les brancher sur deux bornes fixes, lesquelles sont en connexion avec les différentes spires du solénoïde par l'intermédiaire d'une manette rotative dont chacun des contacts représente, de gauche à droite, autant de spires.

Son instrumentation primitive lui ayant donné d'excellents résultats, il ne l'a pas modifiée.

Il disposait, sur le secteur, d'une source de courant alternatif à cinquante périodes, atteignant 200 ampères.

L'installation pour l'électro-coagulation thermique (salle d'opérations du docteur Doyen) comporte :

- 1° Un transformateur ;
- 2° Un tableau de résistance ;
- 3° Une table portant l'éclateur rotatif et le condensateur de d'Arsonval.

1° *Transformateur.* — Le transformateur se trouve à gauche du tableau de résistance, derrière l'aide qui tient de la main droite le coupe-circuit. Ce condensateur est du type à noyau droit et à fuites magnétiques que l'on emploie en télégraphie sans fil. Il est enfermé dans une ébénisterie en diagonale. Il a été spécialement étudié pour pouvoir fournir, dans le circuit de haute fréquence, un courant de 10 à 15 ampères. Il est alimenté par le courant alternatif du secteur.

2° *Tableau de résistance.* — Ce tableau porte la résistance destinée à faire varier l'intensité du courant dans le primaire du transformateur. Ce tableau comprend un interrupteur, des coupe-circuits, un ampèremètre et la manette du rhéostat. Cette manette doit être en rapport avec le premier plot, celui de gauche, lorsqu'on veut interposer toute la résistance. Pour augmenter l'intensité du courant dans le circuit primaire, on tourne la manette de gauche à droite, jusqu'au vingt-cinquième plot, le dernier.

3° *Table portant l'éclateur rotatif et le condensateur de d'Arsonval.* — Cette table porte, à sa partie supérieure,

l'éclateur rotatif du commandant Ferrié, qui est entraîné par un petit moteur électrique. L'éclateur proprement dit se compose d'une roue dentée tournant à grande vitesse entre deux palettes de cuivre reliées, d'une part, à la source de haute tension et, d'autre part, au condensateur de d'Arsonval. Ce condensateur est du type habituel, il est rempli de pétrole.

Au-dessus et en avant de la boîte qui contient le condensateur, se trouve le petit solénoïde sur lequel on recueille le courant oscillant de haute fréquence et de basse tension. Chaque spire est percée d'un orifice où peut être branché le fil conducteur qui aboutit à l'électrode active.

Un milliampèremètre, placé sur la caisse du condensateur, permet de mesurer l'intensité du courant qui circule dans le patient : cette intensité peut atteindre 10 ampères.

Électrodes en connexion avec le patient

Le patient doit être interposé dans le circuit oscillant. Il sera mis en rapport avec l'une des bornes initiales du petit solénoïde, la gauche, par exemple, par l'intermédiaire d'une électrode *humide* à grande surface, au contact de laquelle on n'observera aucun dégagement de chaleur. Cette électrode à grande surface est *froide* et *inactive*.

L'électrode *active* et *chauffante* aura une surface de contact d'autant plus réduite que l'intensité du courant

sera plus faible, afin que l'échauffement des tissus soit instantané. Sa forme variera d'un fil métallique à une pièce de métal cylindrique, olivaire ou discoïde, cette électrode sera fixée à l'extrémité d'un porte-électrode de forme variable, rectiligne ou incurvé, suivant que

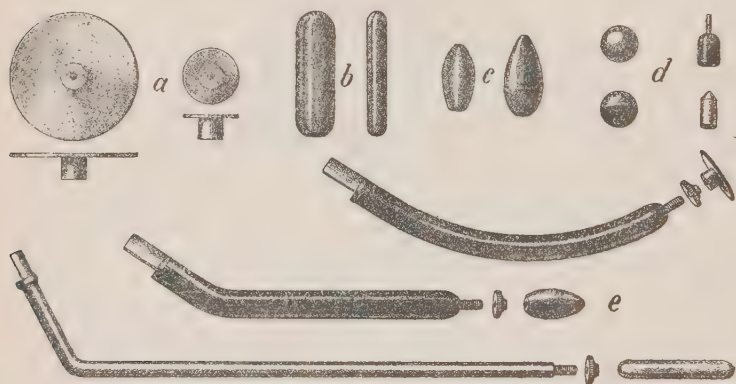


FIG. 5. — Un jeu d'électrodes.

a. Electrodes discoïdes. — b. Electrodes cylindriques. — c. Electrodes olivaires dont une héli-isolée. — d. Electrodes diverses sphériques et de petites dimensions. — e. Différents types de porte-électrodes,

l'on veut agir à la surface du corps ou dans une cavité : pharynx, vagin, rectum, etc.

1° *Électrode humide, froide, inactive.*

L'électrode humide est inactive; elle sert à fermer le circuit à la surface du corps du patient, en un point plus ou moins éloigné du siège de la tumeur où agira l'électrode active.

Le patient doit être isolé de la surface du lit d'opération, si celui-ci est métallique, par une feuille de caout-

chouc de 6 millimètres d'épaisseur, ou par six épaisseurs de toile caoutchoutée, dite imperméable, d'hôpital.

L'électrode humide, inactive, froide, à grande surface, qui reliera le patient à la borne initiale du solénoïde, sera de grandes dimensions. On doit en avoir deux. Leur forme est rectangulaire avec des angles arrondis. La plus grande, qui est employée pour les fortes intensités, doit avoir 20 centimètres sur 30, et la plus petite 10 centimètres sur 20.

Chacune de ces électrodes est formée d'une plaque d'étain percée de grands orifices et portant à son centre la borne où l'on fixe le fil métallique qui doit la relier à la borne initiale du petit solénoïde. Au-dessous de la plaque métallique, sont fixées vingt épaisseurs de toile hydrophile, dépassant sa périphérie de 2 centimètres environ cousues entre elles, puis à la plaque qui les porte.

On choisira la grande plaque pour les grandes intensités, et la petite plaque pour les faibles intensités (au-dessous de 2 ampères).

Avant l'opération, l'électrode inactive que l'on a choisie doit être plongée dans une cuve d'eau tiède à la température d'environ 38 degrés.

Pour les grandes intensités, on place la grande électrode à la face antérieure du thorax ou de l'abdomen, où on la fixe par deux bandages de corps disposés de manière à laisser en évidence plusieurs des orifices de la plaque métallique.

Avant de commencer l'électro-coagulation, une infir-

mière commence à arroser la plaque métallique avec de l'eau tiède, qui pénètre par les orifices au contact des vingt épaisseurs de toile hydrophile, de manière à assurer, pendant toute la durée de l'opération, en raison de la bonne conductibilité de l'eau, la répartition du courant sur une grande surface cutanée.

La grande plaque, de 20 centimètres sur 30, est employée pour l'électro-coagulation sur les différentes régions du tronc, sur le vagin, sur le col de l'utérus et sur le rectum.

La petite plaque, celle de 10 centimètres sur 20, qui est construite d'une manière identique à la grande, est employée pour les intensités moyennes et faibles, c'est-à-dire lorsqu'on utilise moins de dix spires du solénoïde. On l'applique généralement au voisinage du point où l'on procède à l'électro-coagulation, qu'ils s'agisse du tronc ou des membres. Lorsqu'on pratique l'électro-coagulation à la face, on place l'électrode humide à la partie supérieure du thorax, au voisinage du cou.

2° *Électrode active, chauffante, à petite surface.*

La production de chaleur au contact de l'électrode active exige que la densité du courant soit considérable. On nomme *densité* du courant le rapport entre l'intensité du courant I et la surface de contact de l'électrode active avec les tissus S :

$$D = \frac{I}{S}.$$

Pour une même intensité, la production de chaleur

sera d'autant plus grande que la surface de contact sera plus réduite, et inversement.

La plaque humide qui fermera le circuit sur la peau du patient étant en relation avec la borne gauche du solénoïde, on obtiendra le courant le plus faible en mettant en connexion le fil qui aboutit à l'électrode active avec la spire n° 1.

Pour détruire un épithélioma de la conjonctive gros comme un grain de millet, le docteur Doyen employait une électrode constituée par un fil d'argent et interposait dans le circuit une spire du solénoïde.

Pour les moyennes intensités, il employait une électrode sphérique, cylindro-sphérique, de 6 à 10 millimètres de diamètre.

Les grandes intensités sont employées lorsque l'électro-coagulation doit être obtenue dans une cavité où existent des liquides physiologiques ou pathologiques, ou bien dans une cavité remplie artificiellement d'eau salée.

On doit éviter la production d'étincelles, lesquelles carbonisent les tissus et empêchent la pénétration des vibrations thermogènes : si l'intensité est trop forte par rapport à la surface de contact, des effluves et des étincelles jaillissent et la température monte très rapidement amenant la dessiccation, puis la carbonisation des tissus ; il en résulte une augmentation considérable de résistance à la pénétration du courant thermique, par suite, une diminution et une atténuation considérables des effets en profondeur.

Si, au contraire, la densité du courant est trop faible, c'est-à-dire si la surface de l'électrode active est trop considérable par rapport à l'intensité du courant, il n'y aura pas d'élévation de température au voisinage de l'électrode ; c'est ce qui se produit au contact de la peau du patient avec l'électrode humide à grande surface qui sert à fermer le circuit.

Réglage de la thermo-pénétration.

L'intensité du courant se règle de deux manières :

1° D'après le nombre de spires du solénoïde qui séparent les deux bornes où sont branchés les fils conducteurs aboutissant : l'un à la plaque humide, l'autre à l'électrode active ;

2° D'après le nombre de plots du rhéostat du circuit primaire qui règle l'intensité du courant dans le transformateur.

Deux aides sont nécessaires.

Premier aide : Un aide doit se tenir au tableau de distribution pour actionner :

1° La mise en marche du petit moteur qui fait tourner l'éclateur rotatif ;

2° Le coupe-circuit du courant primaire ;

3° Le rhéostat du courant primaire ;

Deuxième aide : Un second aide branche le fil conducteur de l'électrode active sur une des spires du petit solénoïde, conformément aux ordres du chirurgien.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE L'ÉLECTRO-COAGULATION THERMIQUE

Avant de pratiquer l'électro-coagulation sur l'homme, il faut étudier cette méthode de termo-pénétration sur un morceau de viande d'une épaisseur de 6 centimètres. On le placera sur une petite table métallique, que l'on mettra en connexion avec la borne initiale du solénoïde. On branche d'abord le manche porte-électrodes sur la spire 1 du solénoïde : le courant sera tellement faible qu'il faudra disposer à l'extrémité du manche isolateur une électrode de très petite surface, par exemple un fil d'argent d'une section d'un demi-millimètre.

Sur un signe, l'aide qui est au tableau de distribution met en marche l'éclateur et le chirurgien lui commande « Allez » ; l'interrupteur est fermé et le courant passe.

Le rhéostat du tableau de distribution doit être au plot n° 1 qui donne le courant primaire le plus faible.

On approche l'extrémité du fil métallique du morceau de viande : aucun effet ne se produit ; le chirurgien commande « Halte ». L'interrupteur est ouvert ; le courant cesse de passer. Le chirurgien ordonne à l'aide chargé du solénoïde de brancher l'électrode active sur

la spire n° 2, la manette du rhéostat primaire se trouvant toujours au plot n° 1.

Le chirurgien commande « Allez »; l'interrupteur est fermé, la surface de la viande blanchit au contact de l'extrémité du fil d'argent et, si l'on éloigne l'électrode à une distance d'un demi-millimètre, on voit jaillir de petites étincelles.

Si l'on branche l'électrode filiforme sur la troisième spire du solénoïde, la densité du courant est trop forte et les étincelles jaillissent tout autour du point de contact. Le chirurgien commande « Halte » et il remplace le fil métallique filiforme par une électrode cylindrique de 3 millimètres $1/2$ de diamètre. Le rhéostat du primaire est toujours au plot n° 1 et l'électrode active reste branchée sur la spire n° 3 du solénoïde. Le chirurgien met l'électrode active en contact avec la viande et commande « Allez ». Au bout de quinze secondes, il constate une zone blanche à peu près hémisphérique de 5 millimètres de diamètre et de 3 millimètres de profondeur. Le chirurgien commande « Halte ».

Il fait brancher la même électrode sur la quatrième spire du solénoïde, il la met en contact avec la viande et commande « Allez »; des étincelles jaillissent immédiatement et la surface de la viande commence à se carboniser.

Pour obtenir l'électro-coagulation sans étincelles et sans carbonisation, il faut employer sur le morceau de viande, pour quatre spires du solénoïde, une électrode de 9 millimètres de diamètre.

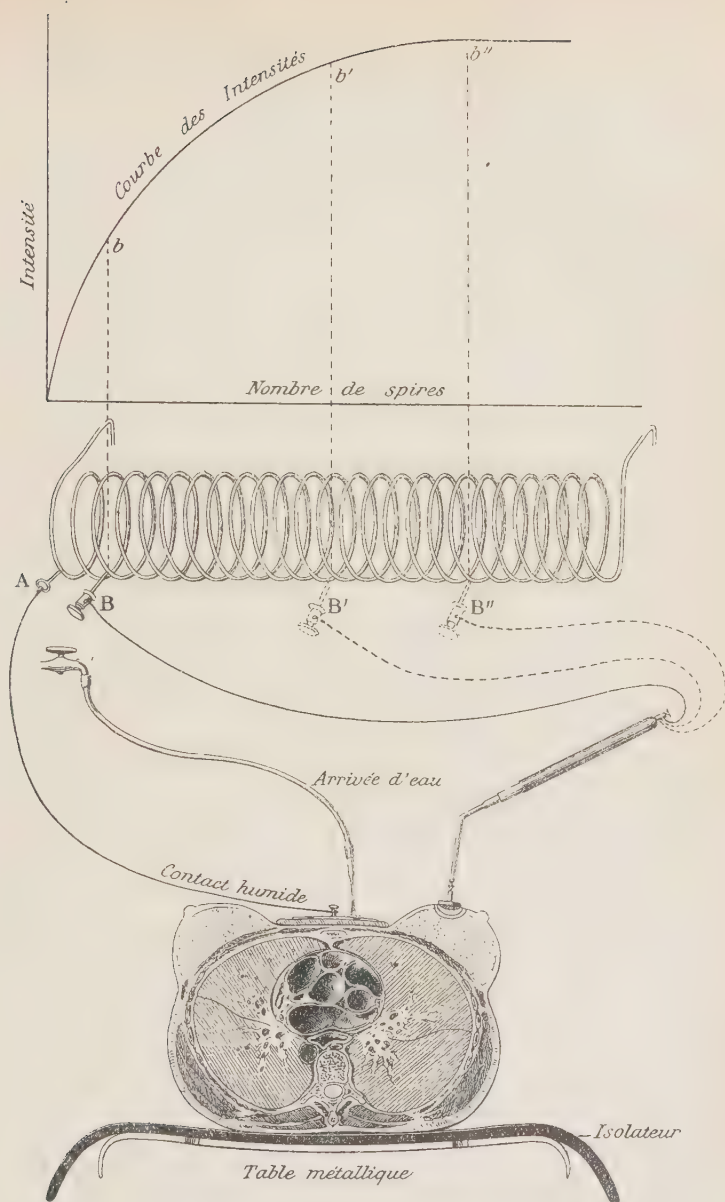


FIG. 6. — Schéma indiquant la variation de l'intensité du courant quand on intercale dans le circuit un nombre plus ou moins grand de spires.

Si la densité du courant est trop forte par rapport à la surface de contact de l'électrode métallique avec la viande, une gerbe d'étincelles jaillit immédiatement et la surface de la viande se trouve carbonisée. L'électrocoagulation se produit dans la profondeur, mais il est facile de constater que la pénétration de la chaleur est moins grande lorsqu'il y a carbonisation que lorsque la surface de la viande en contact avec l'électrode active reste humide.

Pour un même nombre de spires du solénoïde intercalées dans le circuit, la densité du courant varie au niveau de l'électrode active suivant que l'on diminue ou que l'on augmente la résistance du rhéostat du primaire.

Il est facile de s'en rendre compte par l'expérience suivante : on visse à l'extrémité du manche porte-électrodes un disque métallique de 20 millimètres de diamètre et on branche le fil sur la huitième spire du solénoïde, le rhéostat primaire est au plot n° 1. Le chirurgien applique l'électrode sur la surface de la viande et et commande « Allez ». Au bout de quinze secondes, il commande « Halte ». On constate que la surface de la viande a blanchi tout autour de la circonférence de l'électrode, en forme d'anneau. Le chirurgien applique la même électrode de 20 millimètres sur un autre point de la viande et ordonne à l'aide chargé du rhéostat « 5 plots », ce qui place la manette au sixième plot (1 + 5). Il commande « Allez » et fait couper le circuit au bout de quinze secondes ; la couronne blanchie est plus ac-

centuée, mais la partie centrale de la viande en contact avec l'électrode est à peine tiède. Le chirurgien place l'électrode en contact avec un autre point de la surface de la viande et il commande « 7 plots ». Le rhéostat est poussé au treizième plot (6 + 7).

Le chirurgien commande « Allez »; au bout de dix secondes, la sérosité contenue dans la viande apparaît autour de l'électrode et se met à bouillir; au bout de quinze secondes, il commande « Halte ».

La section de la viande montre que l'électro-coagulation s'est produite dans une zone hémisphérique de 28 millimètres de diamètre environ sur 15 à 18 millimètres de profondeur.

Si le chirurgien répète la même expérience après avoir fait pousser la manette du rhéostat primaire au vingt-cinquième plot, le dernier, il constate que l'ébullition se produit au bout de trois ou quatre secondes à la périphérie de l'électrode; des étincelles jaillissent aussitôt et la viande se carbonise, sans avantage pour la thermo-pénétration.

Le chirurgien a ainsi deux procédés pour régler l'intensité du courant thermo-pénétrant :

1° Le rhéostat du primaire étant au plot 1, il commande, d'après son expérience, d'interposer dans le circuit 1, 2, 3, 4, 6, 10 ou davantage des spires du solénoïde. Il est rare qu'on soit obligé de dépasser la douzième spire lorsque l'électro-coagulation est obtenue par le contact direct des tissus avec l'électrode. Il faut,

au contraire, employer la totalité des spires, soit 23, si l'on veut disséminer le chaleur thermo-pénétrante sur une grande surface, par l'intermédiaire d'une couche d'eau salée. Nous décrirons plus loin cette technique nommée *bain thermo-électrique*.

2° Si l'intensité du courant obtenu avec la spire choisie n'est pas suffisante, le chirurgien ordonne à l'aide chargé du tableau d'interposer successivement 2, 3 ou 4 plots du rhéostat du primaire. Si, lorsque la manette du rhéostat du primaire est au treizième plot, celui du milieu, l'intensité du courant n'est pas suffisante, le chirurgien commande « Halte », et, pendant que l'aide chargé du tableau repousse la manette au plot n° 1, il ordonne à l'aide chargé du solénoïde d'interposer dans le circuit du patient 1, 2, 3 ou davantage des spires du solénoïde, au delà de celles où se trouvait branché le fil conducteur de l'électrode active.

Voici quelques indications pour guider le chirurgien dans les expériences qui viennent d'être décrites.

TABLEAU :

Résultats obtenus avec les appareils de la salle d'opérations du docteur DOYEN

Electrode active Surface de contact.	Nombre de spires du solénoïde	Rhéostat primaire.	Résultat au bout de 15 secondes.
1° Fil d'argent. Dia- mètre, 0 mm. 5.	1 1 1	1 ^{er} plot. Du 6 ^e au 13 ^e 25 ^e plot.	O. Bon. Étincelles.
2° Diamètre, 3 mm. 5.	3 3	1 ^{er} plot. 6 ^e —	Bon. Carbonisation et étincelles.
3° Diamètre, 9 mm.	4 4 4	1 ^{er} plot. 6 ^e — 13 ^e —	Bon. Ébullition (10 sec.); Carbonisation et étincelles dès la 5 ^e seconde.
4° Diamètre, 10 mm.	5 5	1 ^{er} plot. 6 ^e —	Bon. Ébullition à la 5 ^e seconde. Car- bonisation à la 10 ^e seconde.
5° Diamètre, 15 mm.	6 6	1 ^{er} plot. 6 ^e —	O. Chauffage en anneau. Bon.
6° Diamètre, 20 mm.	8 8 8	1 ^{er} plot. 6 ^e — 13 ^e —	O. Chauffage en anneau. O. Couronne décolorée. Bon.
7° Diamètre, 30 mm.	10 10 10 10	4 ^e plot. 6 ^e — 13 ^e — 25 ^e —	O. Léger chauffage. O. Couronne décolorée. Ébullition à la 10 ^e seconde. Electro-coag. profonde.
8° Diamètre, 40 mm.	23 23	13 ^e plot. 25 ^e —	O. Chauffage en anneau. Ébullition à la 4 ^e seconde. Elect. coag. profonde à la 15 ^e seconde.
9° Electrode cylindri- que. Diamètre, 7 mm., longueur, 40 mm. Introduite au milieu de la viande.	12	18 ^e plot.	Electro-coag. en fuseau plus intense à l'extrémité de l'électrode.
10° Electrode cylindri- que creuse de 24 mm. de dia- mètre contenant de la glace pilée.	10 10	6 ^e plot. 18 ^e plot.	Chauffage en anneau. Ébullition à la 5 ^e seconde. A la 15 ^e seconde, l'électrode contient encore de la glace.
11° Boîte de fer-blanc contenant un litre d'eau à 22° centigr.	23	25 ^e plot.	Aubout de 5 minutes, 73 degrés. Ébullition au bout de 8 mi- nutes.

12° Si l'on applique sur la viande une électrode allongée, rectangulaire, on remarquera, en commençant par un courant faible et en l'augmentant progressivement, que le chauffage commence au niveau des angles de l'électrode.

Il est indispensable d'expérimenter l'électro-coagulation sur des morceaux de viande avant de l'employer sur des malades. L'intensité de l'électro-coagulation étant en rapport avec le nombre de calories produites, l'échauffement d'un morceau de viande, dont la température est d'environ 18°, est moins rapide que l'échauffement des tissus pathologiques, dont la température est généralement supérieure à 36° centigrades.

APPLICATIONS PRATIQUES DE L'ELECTRO-COAGULATION THERMIQUE

Épithéliomas de très petite dimension

On peut observer, tout au début de leur évolution, de petits épithéliomas dont le volume ne dépasse pas encore un grain de millet. On les observe particulièrement sur la conjonctive, au bord de la cornée, ou bien sur le bord libre d'une paupière.

Il est facile de les détruire sous l'anesthésie locale. La cautérisation du point d'implantation étant seule importante, on extirpe d'abord la petite tumeur avec le bistouri, exactement au niveau de ses limites, pour en faire ensuite l'examen histologique. On cautérise le point d'implantation par l'électro-coagulation en fixant à l'extrémité d'un porte-électrodes courbe un fil d'argent de 2 centimètres de longueur environ. Il suffit d'interposer dans le circuit une spire du solénoïde et de placer la manette du rhéostat primaire sur le sixième plot. On ferme le circuit en appliquant la petite plaque humide à la partie supérieure du thorax ou sur l'épaule. L'extrémité de l'électrode est appliquée sur la petite plaie résultant de l'ablation du néoplasme et le chirurgien commande « Allez ». L'électro-coagulation se pro-

duit sur une étendue de 2 ou 3 millimètres de diamètre et sur une profondeur de 1 millimètre. Le chirurgien commande « Halte » ; il répète la petite opération à plusieurs reprises si la première application ne lui paraît pas suffisante.

Si la densité du courant n'est pas assez grande, il fait avancer la manette du rhéostat primaire de deux en deux plots jusqu'à ce qu'il ait obtenu l'effet désiré.

Si la première spire ne donne pas un courant d'une intensité suffisante, il commande « Halte » ; le rhéostat primaire est ramené au premier plot et l'électrode active est branchée sur la seconde spire du solénoïde.

L'électrode est appliquée sur la plaie et le chirurgien commande « Allez ». Si le courant n'est pas encore suffisamment dense, il ordonne d'avancer la manette du rhéostat primaire de deux en deux plots, jusqu'à ce que l'électro-coagulation se produise.

Il est nécessaire, lorsqu'on fait l'électro coagulation d'une très petite surface avec un simple fil métallique, particulièrement dans des régions délicates, comme le globe de l'œil ou le bord palpébral, d'employer un fil de 15 ou 20 millimètres de longueur et assez souple. Ainsi, l'extrémité du fil qui sert d'électrode est facilement maintenue au contact de la petite plaie, si le patient se déplace légèrement.

Petits cancroïdes superficiels

Supposons un cancroïde de la face ou de la lèvre au

début, de 5 millimètres d'étendue sur 2 millimètres de profondeur.

On fera l'anesthésie locale à la cocaïne et on extirpera le néoplasme exactement à ses limites pour l'examen microscopique. On pratique ensuite l'électro-coagulation avec une électrode de petit diamètre, par exemple, l'extrémité de la tige filetée du porte-électrodes dont



FIG. 7. — Destruction d'un épithélioma de la lèvre par l'Électro-coagulation

le diamètre est de 3 mm. 5. On emploiera trois spires du solénoïde et l'on commencera au sixième plot, même électrode humide de 10 centimètres sur 20. Si le courant n'est pas suffisamment intense, le chirurgien fera avancer le rhéostat de deux en deux plots, jusqu'à ce qu'il ait obtenu le résultat désiré.

L'électro-coagulation, c'est-à-dire la profondeur de la zone blanchâtre et durcie, doit atteindre environ

3 millimètres de profondeur et elle doit dépasser, en surface, de 2 à 3 millimètres, les dimensions extrêmes du néoplasme.

Néoplasmes de la peau et des orifices muqueux

a) *La lésion est encore superficielle, limitée, et il n'y a pas d'infection ganglionnaire.*

On pratiquera l'anesthésie locale à la cocaïne si la lésion est très accessible et si le patient n'est pas pusillanime, sinon il est préférable de faire l'anesthésie générale.

On extirpe d'abord la tumeur exactement à ses limites, pour l'examen microscopique. Si elle est ulcéreuse et ramollie, on en extirpe une petite portion avec le bistouri ou les ciseaux pour la placer dans le liquide fixateur, et l'on curette énergiquement, jusqu'à ce qu'on ait mis en évidence les tissus sains, plus résistants, où s'implante le néoplasme.

On emploie, comme électrode humide, la petite plaque et, comme électrode active, une petite sphère de 8 millimètres, que l'on visse à l'extrémité d'un porte-électrodes courbe. On branche le fil conducteur de l'électrode active sur la quatrième spire du solénoïde, et le rhéostat primaire est au premier plot, on applique l'électrode et on commande « Allez »; l'électrocoagulation doit commencer au bout de cinq à six secondes; si l'effet n'est pas suffisant, le chirurgien ordonne d'avancer la manette du rhéostat primaire de

deux en deux plots, jusqu'à ce qu'il ait obtenu un courant suffisamment dense pour produire en quelques secondes l'électro-coagulation à une profondeur de 4 millimètres environ. Dès que ce résultat est obtenu, il promène doucement l'électrode sphérique sur toute la surface d'implantation du néoplasme, de manière à produire l'électro-coagulation à une profondeur de 4 millimètres, en dépassant de la même quantité ses limites superficielles.

b) La lésion est déjà profonde et elle s'accompagne d'adénopathie.

On fera l'anesthésie générale et on procédera au prélèvement d'une portion du néoplasme pour l'examen microscopique. On fera ensuite l'extirpation des tissus pathologiques exactement à leur limite apparente, soit avec l'instrument tranchant, soit avec la curette.

L'électro-coagulation sera obtenue avec une électrode sphérique de 8 à 10 millimètres de diamètre. On emploiera cinq ou six spires du solénoïde et l'on réglera le rhéostat primaire suivant les indications déjà données. L'électro-coagulation devra dépasser les limites apparentes du néoplasme de 5 à 6 millimètres.

L'électro-coagulation thermique terminée, on procède à l'extirpation des ganglions infectés. Les ganglions, mis à découvert, seront isolés par divulsion, c'est-à-dire en dissociant leur enveloppe celluleuse par l'écartement des branches des ciseaux-mousses, et on les enlèvera en cherchant d'abord à passer au-dessous

d'eux. Les ganglions les plus accessibles sont d'abord extirpés, puis on recherche les ganglions profonds.

Si l'opération se fait le long d'une gaine vasculo-nerveuse, par exemple au cou, entre l'angle de la mâchoire et la bifurcation de la carotide, on procédera, après l'ablation des ganglions, à la ligature de la carotide externe et de ses branches, afin de prévenir le retour du sang par les nombreuses anastomoses du réseau terminal.

De même, pour les cancers de la langue, lorsque l'électro-coagulation doit être profonde, la même ligature doit être faite d'abord. En effet, si l'électro-coagulation a été profonde à la face ou bien sur la langue, une hémorragie pourrait se produire au moment de l'élimination des escarres.

L'électro-coagulation ne peut pas être faite dans la région carotidienne, car elle détruirait des nerfs importants et elle exposerait à des hémorragies graves. Il faut donc se contenter dans cette région d'une extirpation minutieuse.

A la région sous-maxillaire ou bien à la région sus-hyoïdienne médiane, la zone qui entoure les ganglions cancéreux peut être traitée par l'électro-coagulation, surtout lorsqu'on a lié la carotide externe et ses branches, car il n'existe pas dans ces deux régions d'organes très importants, à part le nerf grand hypoglosse qu'il est facile de ménager.

Les mêmes règles s'appliquent aux autres régions où peuvent se développer des adénites cancéreuses,

c'est-à-dire que l'électro-coagulation doit être réservée aux régions où il est impossible d'atteindre, en détruisant les tissus suspects, des organes importants, notamment des vaisseaux et des nerfs. On peut toutefois protéger ces derniers en les recouvrant d'une compresse imbibée d'eau stérilisée.

Épithéliomas térébrants et ulcéreux, à cavités anfractueuses

Prenons pour exemple un épithélioma térébrant de la région malaire ayant envahi le sinus maxillaire. Il est impossible de prévoir exactement les limites de la dégérescence cancéreuse.

Le malade est anesthésié, on prélève des tissus pathologiques pour l'examen microscopique et on pratique le curettage de tous les tissus ramollis. On tamponne si le suintement sanguin est assez marqué, puis l'on procède à l'électro-coagulation.

On emploiera la plaque humide de 10 centimètres sur 20 qui sera placée sur l'épaule. L'électro-coagulation se fera avec un porte-électrodes courbe à l'extrémité duquel on aura vissé une petite sphère de 8 millimètres de diamètre. On interposera dans le circuit 6 spires et l'on commencera avec le plot n° 1 du rhéostat primaire. L'électrode sera promenée, soit lentement, soit assez vite, sur toute la surface d'implantation du néoplasme. Si le suintement sanguin persiste, il faut avancer la manette du rhéostat primaire du nombre de

plots nécessaire pour que la sérosité sanguinolente brunisse, se coagule, et entre en ébullition autour de l'électrode au bout de quelques secondes. L'intensité du courant doit être d'autant plus grande que le suintement séro-sanguinolent est plus abondant.

La chaleur pénétrante produite par le courant oscillant de haute tension se propage plus vite dans les os que dans les parties molles, parce que la chaleur spécifique des premiers est plus considérable.

La chaleur spécifique du tissu adipeux, la plus faible, est d'environ 0,3. La chaleur spécifique de la sérosité sanguinolente et celle des muscles se rapprochent de celle de l'eau, c'est-à-dire de l'unité; il en est de même pour le tissu osseux en raison de sa forte teneur en sels calcaires.

Cette particularité aboutit à un résultat très intéressant : On sait, en effet, depuis longtemps, que l'opération sanglante est incapable d'entraver l'évolution du processus cancéreux dans la continuité des os, et les épithéliomas térébrants de la face sont généralement considérés jusqu'ici comme incurables. Or, la pratique de l'électro-coagulation montre que la chaleur pénétrante détruit les cellules cancéreuses dans les os, à une profondeur beaucoup plus grande encore que dans les muscles. C'est ainsi que le docteur Doyen a obtenu de nombreuses survies dans des cas où l'opération paraissait ne devoir être que palliative.

Cancer de la cavité buccale

Les épithéliomas de la muqueuse de la face interne de la joue, les épithéliomas et les épulis alvéolaires, les tumeurs du palais guérissent très facilement à la suite de l'électro-coagulation, à la condition que cette opération soit pratiquée assez à temps, c'est-à-dire avant que la lésion n'ait dépassé les limites permises au chirurgien.

L'opération sera faite comme plus haut, après prélèvement histologique et curettage de la tumeur.

Cancer de la langue

a) *Epithélioma marginal localisé.*

Le malade est anesthésié. On extirpe toutes les dents en rapport avec le néoplasme. On passe ensuite dans la langue, en arrière de la tumeur, avec une aiguille courte, un gros fil de soie de 40 centimètres de longueur, dont on noue les deux extrémités. Les commissures labiales et les mâchoires sont écartées, soit avec les écarteurs métalliques des commissures de Doyen, soit avec des écarteurs en bois. Il est alors facile de mettre en évidence l'épithélioma par une traction modérée sur le fil de soie. Avant de procéder à l'électro-coagulation, on recouvre les lèvres et les régions voisines de l'épithélioma d'une compresse humide.

Le moyen le plus sûr de dépasser, par l'électro-coa-

gulation, les limites du néoplasme, est de l'extirper d'abord avec l'instrument tranchant, exactement au delà de ses limites; on s'assurera que le muscle est sain et qu'il ne reste pas de prolongements cancéreux dans la profondeur. On procède alors à l'électro-coa-



FIG. 8. — Électro-coagulation d'un épithélioma marginal de la langue avec une électrode héli-isolée.

gulation, suivant la technique déjà décrite, avec le porte-électrodes courbe et une petite sphère de 6 ou 8 millimètres de diamètre. On peut employer, dans certains cas, une électrode cylindrique ou olivaire héli-isolée.

On emploiera la petite plaque humide et on interposera dans le circuit 4 ou 5 spires du solénoïde. On augmentera l'intensité du courant en partant du premier

plot, autant qu'il sera nécessaire pour produire rapidement l'électro-coagulation à la profondeur de 4 ou 5 millimètres.

Les suites de l'opération ne sont pas douloureuses ; il ne se produit guère de gonflement, et l'élimination de l'escarre a lieu au bout d'une quinzaine de jours. On observe rarement une petite hémorragie, les artérioles étant oblitérées, à cette époque, bien au delà du sillon d'élimination.

Les malades ne doivent pas quitter la maison de santé avant que la plaie soit bourgeonnante. On doit les revoir quatre semaines après la date de l'électro-coagulation, car, à ce moment, on voit très bien si l'électro-coagulation a été insuffisante et s'il existe, sur la surface en voie de cicatrisation, un point suspect, induré, grisâtre et que reconnaît facilement un œil exercé.

Si l'électro-coagulation a dépassé les limites du cancer, la réparation est rapide, la cicatrice est très satisfaisante et l'on n'observe pas de récurrence.

Il faut faire le diagnostic des petits cancers de la langue très tôt et il ne faut pas commettre la faute de prescrire un traitement antisyphilitique, lequel donne toujours un coup de fouet à la lésion cancéreuse. Il est d'autant plus nécessaire de faire le diagnostic de bonne heure et de pratiquer l'électro-coagulation tout au début de la lésion que, chez certains malades, l'infection des ganglions sous-maxillaires ou carotidiens est très précoce.

b) *Épithélioma du frein de la langue.*

Le malade est anesthésié, on procède à l'ablation des quatre incisives et souvent des canines et on extirpe la tumeur pour l'examen histologique. On s'assurera que ses limites sont dépassées et l'on procédera à l'électro-coagulation en agissant avec énergie sur le bord alvéolaire et sur la face interne du maxillaire, où la récurrence est plus à craindre.

S'il existe des ganglions sus-hyoïdiens médians ou sous-maxillaires, on les extirpera et on procédera à l'électro-coagulation du champ opératoire. On prendra soin de lier l'artère faciale si elle a été découverte.

c) *Épithélioma massif de la langue.*

L'électro-coagulation a donné des résultats remarquables dans des cas d'épithéliomas massifs de la langue où l'on avait largement dépassé les limites du néoplasme. En effet, dans un certain nombre de cas où la moitié antérieure de la langue ou bien une forte proportion de la base sont déjà cancéreuses, il n'y a pas encore d'adénopathie. Ces cas de cancers étendus de la langue, sans adénopathie précoce, ne sont pas plus exceptionnels que les très petits épithéliomas de la langue ou même de la lèvre, avec infection ganglionnaire latente, laquelle ne se manifestera parfois qu'au bout de plusieurs années. On procédera à la ligature de la carotide externe et de ses branches.

Cette opération permet en outre de découvrir et

d'extirper les ganglions de la région qui peuvent être déjà congestionnés et augmentés de volume, sans être encore appréciables au palper.

La technique employée reste la même : prélèvement pour l'examen histologique, puis extirpation du néoplasme à l'instrument tranchant pour mieux juger de ses limites extrêmes. On attire ensuite la langue au dehors à l'aide d'une ou deux anses de fil de soie. Lorsque les écarteurs sont mis en place, on protège les régions de la cavité buccale que pourrait atteindre la chaleur en y appliquant de la gaze imbibée d'eau stérilisée. Ensuite, on procède à l'électro-coagulation pour laquelle on emploie la petite électrode humide, le porte-électrodes courbe muni d'une petite sphère et 5 ou 6 spires du solénoïde. La manette du rhéostat primaire sera poussée progressivement jusqu'au plot qui donnera un courant d'une intensité suffisante pour produire en quelques secondes l'électro-coagulation au contact de la sphère de métal.

Le docteur Doyen écrit en 1916 :

« J'ai obtenu ainsi de très bons résultats dans des cas de cancer unilatéral de la base de la langue. Mais l'opération est délicate et demande une grande expérience de la technique de l'électro-coagulation. En effet, il faut aller très loin et les débutants n'osent pas toujours employer un courant assez intense. Parmi les cas extraordinaires que j'ai traités par l'électro-coagulation et qui n'ont pas récidivé, je citerai particulièrement un cas de cancer massif des deux tiers

antérieurs de la langue. J'ai éprouvé la plus grande difficulté à produire l'électro-coagulation au delà des limites de la tumeur que je n'ai pas extirpée préalablement. La thermo-pénétration a dépassé dans la langue les limites du néoplasme qui s'est éliminé en masse comme un bourbillon, et la cicatrisation s'est faite en quelques semaines avec une réparation si satisfaisante de la langue que la parole ne s'est pas trouvée sensiblement gênée. Cette opération a eu lieu en 1906. »

Cancer du maxillaire supérieur

Depuis que le docteur Doyen traitait les cancers accessibles par l'électro-coagulation, il abordait les tumeurs du maxillaire supérieur par la voie buccale sans incision cutanée.

Il est très facile par la voie buccale de détacher les tissus de la région génienne puis de faire, suivant l'étendue de la tumeur, l'extirpation partielle ou totale du maxillaire. On y arrive en quelques minutes, lorsqu'on possède bien la technique de l'opération classique. La seule artère qui donne du sang en abondance est l'artère maxillaire interne sur laquelle on peut laisser une forte pince à artères à mors courts. Lorsque le suintement sanguin ne permet pas de procéder immédiatement à l'électro-coagulation, on tamponne vigoureusement le champ opératoire et on remet l'électro-coagulation à une séance ultérieure qui se fera,

suivant les indications, dix ou quinze jours plus tard.

On procédera à l'électro-coagulation comme plus haut après avoir pris soin d'extirper avec la curette tous les tissus suspects de manière à bien juger, avant l'application de la chaleur pénétrante, les limites apparentes du néoplasme.

Cancer des fosses nasales et du pharynx

L'électro-coagulation permet de détruire les tumeurs malignes des fosses nasales, de l'amygdale et de toute la région naso-pharyngée. L'électro-coagulation présente sur les méthodes sanglantes l'avantage de se pratiquer par les voies naturelles. Il n'est pas nécessaire d'inciser la peau à moins que la tumeur n'ait déjà commencé à l'envahir. Pour l'amygdale et pour le pharynx, on emploie des électrodes hémi-isolées et on protège la muqueuse saine qui environne le néoplasme avec des mèches de gaze humide. On arrive très bien, lorsqu'on possède la technique de l'électro-coagulation, à détruire le cancer de l'amygdale au début ou bien des cancers du pharynx encore limités, jusqu'à la profondeur nécessaire pour que la récurrence ne survienne pas. La condition essentielle est d'agir assez à temps, c'est-à-dire lorsque la tumeur peut être détruite complètement sans exposer à la destruction d'organes essentiels.

Dès que la densité du courant est bien réglée, on applique l'électrode et l'on procède à l'électro-coagulation jusqu'à ce que la vapeur commence à se dégager. On commande « halte » et on apprécie, avec l'extrémité de l'index, l'échauffement des tissus et l'étendue sur laquelle cet échauffement s'est produit. On place de nouveau l'électrode et l'on commande « Allez », puis « Halte » dès que la vapeur se dégage; on pratique le toucher, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'électro-coagulation ait atteint l'intensité et l'étendue convenables.

Cancer du larynx

a) Épiglote et orifice du larynx.

Pour traiter par l'électro-coagulation le cancer de l'épiglotte ou de l'orifice du larynx, il faut procéder à la pharyngotomie préalable; la muqueuse sera suturée à la peau et, dix ou quinze jours après, on fera l'électro-coagulation. On emploiera une électrode de petit volume et un courant de densité appropriée. On ne fermera la plaie pharyngo-cutanée qu'au bout de plusieurs mois, lorsque la guérison paraîtra certaine.

b) Cavité pharyngée.

On mettra en évidence la lésion cancéreuse en pratiquant la laryngotomie médiane; on pourra généralement procéder le même jour à l'électro-coagulation, qui sera faite après prélèvement d'un fragment suffisant pour le diagnostic microscopique.

Cancer de l'œsophage au début

L'électro-coagulation ne peut être appliquée au cancer de l'œsophage que si la lésion est extrêmement limitée, comme on peut la découvrir, tout au début de son évolution, par l'examen œsophagoscopique. L'électrode de petit diamètre sera fixée sur une longue tige isolée et coudée, de manière qu'on puisse facilement suivre les progrès de la thermo-pénétration par l'endoscopie directe.

Cancer de la vessie, du vagin, du col de l'utérus et de la partie inférieure du rectum

a) *Vessie.*

Les papillomes de la vessie et le cancer de la vessie tout au début doivent être traités par l'électro-coagulation, après taille hypogastrique préalable et suture de la muqueuse vésicale à la peau. On procède à l'électro-coagulation dix ou quinze jours après. Le docteur Doyen a fait construire pour cette intervention ainsi que pour les suivantes, des spéculums de bois et d'ébonite, soit en forme de valves, soit tubulaires, et de dimensions variées. On doit mettre en évidence d'une manière très nette les parties qui seront soumises à l'électro-coagulation. Afin de ne pas être gêné par l'arrivée de l'urine, on disposera au fond de la

vessie, soit par plaie hypogastrique, soit par l'urètre, un tube aspirateur qui communiquera avec une trompe à vide.

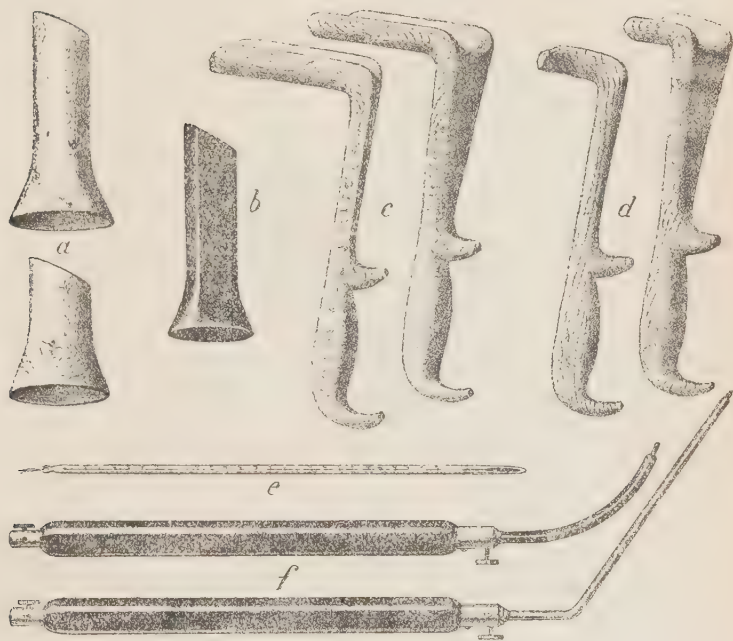


FIG. 9. — Instruments servant à l'Électro-coagulation.

Spéculums de bois (a) et d'ébonite (b). — c et d. Différents types de valves de bois.
e. Thermomètre centigrade. — f. Deux manches munis de leur porte-électrodes.

b) Vagin et col de l'utérus.

Les cancers de l'orifice du vagin, des parois du vagin et du col de l'utérus se traitent par l'électro-coagulation. On emploiera, soit des valves de bois, soit des spéculums de bois cylindriques, avec extrémité

taillée en biseau. On prélèvera — c'est une règle générale avant de pratiquer toutes les électro-coagulations

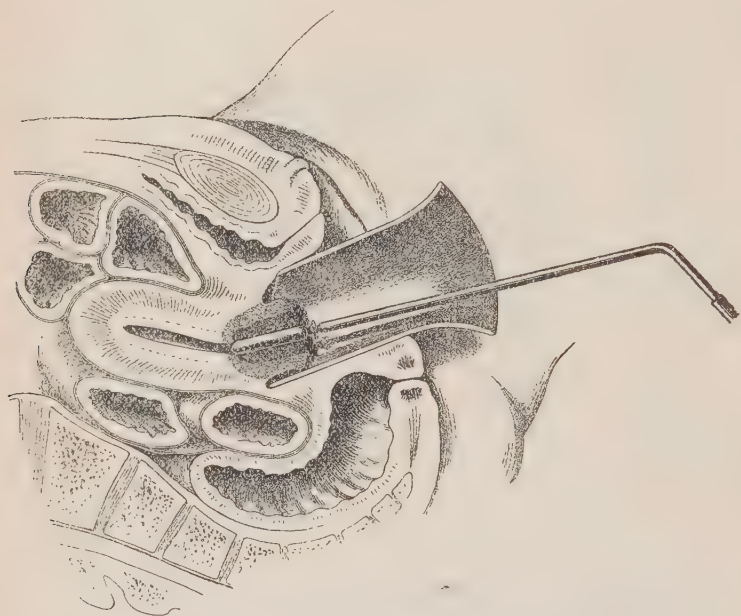


FIG. 10. — Electro-coagulation d'un cancer de la muqueuse de la cavité cervicale.

— un fragment suffisamment volumineux pour permettre l'analyse microscopique.

Pour la cavité utérine, on emploiera l'électrode cylindrique de 7 millimètres.

c) *Rectum.*

Le cancer de l'extrémité inférieure du rectum, lorsqu'il est tout à fait au début, et particulièrement lorsqu'il n'a encore envahi qu'une petite partie de la cir-

conférence du rectum, peut être guéri définitivement par l'électro-coagulation. On emploiera les mêmes speculums en bois que pour le col de l'utérus.

Si le cancer est situé à 8 ou 10 centimètres de hauteur, il faut mettre la lésion en évidence par une rectotomie postérieure, après l'extirpation du coccyx et, s'il y a lieu, d'une partie du sacrum. On ménagera le sphincter et on laissera la plaie ouverte jusqu'après cicatrisation. On la fermera ultérieurement.

Lorsque le cancer est annulaire et qu'il siège dans le quart inférieur du rectum, il peut arriver que l'électro-coagulation par les voies naturelles, après dilatation de l'anus, ne puisse pas en atteindre facilement les limites supérieures. Il faut alors mettre la tumeur à découvert par la voie sacrée.

Il est inutile de décrire plus longuement cette technique qui consiste dans la combinaison d'une opération sanglante destinée à découvrir la tumeur avec l'électro-coagulation qui se fera, soit dans la même séance, soit dans une séance ultérieure, suivant les indications particulières à chaque cas.

La durée de l'élimination des parties mortifiées varie, suivant les cas, de quinze à vingt jours. C'est à ce moment qu'il faut se tenir prêt à parer à une hémorragie, laquelle est d'ailleurs exceptionnelle, si on a pris soin de lier préalablement les gros vaisseaux dont l'ouverture paraît presque certaine au moment de l'élimination des escarres.

Electro-coagulation des tumeurs sous-cutanées ou profondes

Les tumeurs malignes sous-cutanées, particulièrement le sarcome, doivent être détruites par la même méthode. L'électro-coagulation donne d'excellents résultats pour prévenir la récurrence du sarcome sous-cutané ou musculaire. Mais il est indispensable de traiter ces tumeurs avant qu'elles soient trop étendues. L'électro-coagulation des néoplasmes profonds n'est possible que s'il ne se trouve pas à proximité de gros troncs vasculaires ou nerveux ou d'organes essentiels à la vie. On peut, cependant, détruire par l'électro-coagulation des petites tumeurs malignes de la dure-mère ou de l'écorce cérébrale.

Lorsqu'on traite par l'électro-coagulation une tumeur profonde, il faut laisser la plaie ouverte. On la traitera par le tamponnement aseptique et l'on surveillera directement la cicatrisation. C'est au bout de quatre semaines qu'il convient de juger si toute la surface bourgeonnante est saine ou bien s'il persiste des points suspects qu'un œil exercé reconnaît aisément. Si la récurrence survient après quatre ou cinq tentatives d'électro-coagulation successives, pratiquées à des intervalles d'un mois, on doit considérer le cas comme irrémédiable.

Bain thermo-électrique

Dans certains cas de tumeurs sous-cutanées ne sié-

geant pas au contact immédiat de gros troncs vasculaires ou nerveux, l'électro-coagulation de la surface d'implantation du néoplasme n'est pas praticable, parce qu'il serait difficile de la faire régulièrement sur toute l'étendue de la plaie. L'électro-coagulation se produirait à une profondeur très variable aux différents points de la cavité, particulièrement aux endroits déclives, où s'accumule le suintement séro-sanguinolent.

Le docteur Doyen a eu l'idée d'employer, pour disséminer le courant thermo-pénétrant sur toute la surface des plaies cavitaires, l'eau salée. Supposons une cavité résultant de l'ablation du sein ou d'un sarcome musculaire. Il passait dans la peau plusieurs fils de soie pour pouvoir, par des tractions convenables, rétrécir l'orifice et maintenir ses lèvres sur un plan horizontal. Dans certains cas, il est nécessaire de recoudre provisoirement, en surjet, la partie la plus déclive de la plaie. Si, sur un point de la plaie, on a découvert un faisceau vasculo-nerveux, par exemple dans l'aisselle, on le recouvre d'une ou deux compresses humides.

On remplit alors toute la cavité d'eau salée déjà portée à une température de 58 degrés; un aide tire sur les fils de soie, de façon à maintenir horizontales les lèvres de l'orifice cutané, et un autre aide arrose la surface de section de la peau avec un petit jet d'eau salée à la même température de 58 degrés qui ne détruit pas les cellules saines et n'empêche pas de tenter ensuite la réunion immédiate.

La grande électrode humide est appliquée sur le

ventre, le porte-électrode droit a été muni d'une olive métallique de 12 millimètres de diamètre. Le chirurgien introduit d'une main l'électrode active dans l'eau et de l'autre main un thermomètre centigrade. On doit interposer dans le courant, pour échauffer rapidement l'eau, toutes les spires du solénoïde; la manette du rhéostat primaire sera poussée plus ou moins loin suivant le volume de la cavité remplie d'eau. Le chirurgien commande « Allez », l'aide ferme le circuit et, au bout de quelques instants, l'eau, qui est déjà à la température de 56 à 58 degrés, commence à chauffer et atteint 60 degrés.

Le chirurgien doit déplacer sans cesse l'électrode active et le thermomètre. Si l'électrode demeurerait un seul instant immobile, une action thermo-pénétrante trop intense se produirait au point le plus proche de la surface de la plaie. On arrête le bain thermo-électrique lorsque la température de 60 degrés a été obtenue dans toute l'étendue de la cavité. Si l'on ne dépasse pas cette température, on ne produit aucune lésion du côté des troncs vasculo-nerveux qui restent à une température inférieure à 55 degrés, étant protégés par des compresses, et on ne produit pas de mortification dans l'étendue du champ opératoire.

Le docteur Doyen a souvent obtenu, après le bain thermo-électrique pratiqué après l'ablation du sein ou de sarcomes sous-cutanés, la réunion par première intention dans les mêmes conditions que s'il n'avait pas employé cette technique spéciale.

CONCLUSIONS

1° De tous les moyens physiques employés pour la destruction des tissus pathologiques, le seul donnant des résultats certains est la chaleur.

2° Le traitement local du cancer par les moyens physiques est dominé par ce fait biologique : les cellules cancéreuses et, en général toutes les cellules pathologiques, sont moins résistantes que les cellules saines aux agents quelconques susceptibles de les détruire.

3° Les résultats donnés par la radiothérapie et la radiumthérapie ne sont pas dus à une influence élective mais à une action thermique analogue à celle du coup de soleil.

4° Le problème à résoudre pour détruire les cancers accessibles consiste à détruire les cellules cancéreuses sans tuer les cellules saines, en d'autres termes, à obtenir jusqu'à la profondeur nécessaire la température de 55 à 58 degrés sans arriver à la température de 60 degrés qui atteint la vitalité des cellules saines.

5° L'Aérocautérisation ne produit une carbonisation des tissus que jusqu'à 2 ou 3 millimètres de profondeur.

6° L'action des rayons X et du radium ne dépasse

pas quelques millimètres de profondeur et nécessite des applications longues et répétées.

7° La fulguration emploie des courants d'un ampérage très faible et d'un voltage considérable, c'est-à-dire de très haute tension, tandis que la voltaïsation bipolaire et l'Électro-coagulation utilisent des courants d'un ampérage très élevé, jusqu'à 15 ampères, et de basse tension, relativement aux premiers. L'action de la fulguration est à peu près identique à celle de l'air surchauffé.

8° La voltaïsation bipolaire — premier dispositif adopté par le docteur Doyen — et l'Électro-coagulation thermique — deuxième dispositif — sont l'application des propriétés thermiques des courants de haute fréquence et de basse tension à la destruction des tissus pathologiques et particulièrement des tumeurs malignes. Dans la voltaïsation bipolaire, l'électrode est maintenue à une petite distance du malade. Dans l'Électro-coagulation, méthode définitivement recommandée par le docteur Doyen, l'électrode est mise en contact avec la plaie, de sorte que l'étincelle est supprimée.

9° L'Électro-coagulation permet d'agir jusqu'à 6 ou 8 centimètres de profondeur. L'action sur les tissus cancéreux est tellement rapide qu'il est possible d'obtenir en une ou deux minutes une destruction cent fois supérieure en volume à celle de la fulguration en plusieurs minutes. On peut agir à une profondeur beaucoup plus grande si on laisse l'électrode au

contact des tissus pendant un plus grand nombre de minutes.

10° L'appareil à Électro-coagulation thermique permet d'obtenir à volonté les effets les plus réduits et les effets les plus considérables.

11° L'Électro-coagulation thermique est pourvue d'un appareillage complètement mis au point. Sa technique est très simple et très précise.

12° Elle est applicable non seulement dans le traitement des cancers accessibles, encore localisés, et n'ayant pas atteint des organes essentiels à la vie, mais elle constitue une méthode générale de destruction des tissus. On peut l'employer pour détruire les amygdales ainsi que la prostate. Pour cette dernière destruction, elle aboutit à remplacer une opération très grave par une simple cautérisation faite en plusieurs séances et sans danger.

Vu : le Président de la thèse,
CH. RICHEL.

Vu : le Doyen,
LANDOUZY.

Vu et permis d'imprimer.
Le Vice-recteur de l'Académie de Paris,
L. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Introduction.....	7
Division.....	11
Destruction des tissus pathologiques par la chaleur.....	13
Historique de la découverte de l'électro-coagulation thermique	19
Instruments pour l'électro-coagulation thermique. Réglage de la thermo-pénétration.....	33
Étude expérimentale de l'électro-coagulation thermique...	41
Applications pratiques de l'électro-coagulation thermique.	48
Conclusions.....	71

